

한국인의 반월상 연골 크기 측정에 대한 Pollard 방법과 자기 공명 영상 측정치 비교

최종혁 · 이정길 · 송우석

연세대학교 의과대학 영동세브란스병원 정형외과학교실

Comparison of the Pollard Method and the MRI Dimensions for Meniscal Sizing in Koreans

Chong Hyuk Choi, M.D., Jeong Gil Lee, M.D., and Woo Suk Song, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Youngdong Severance Hospital, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: The purpose of this study was to investigate the accuracy of the Pollard method for meniscal sizing of the meniscal allograft by comparison with the MRI dimensions.

Materials and Methods: The width and length of 50 medial and lateral menisci were measured and compared using the Pollard method and MRI. The meniscal thickness was measured using MRI and we evaluated the individual differences.

Results: The measurements of the width of the medial meniscus and the length of the lateral meniscus using the Pollard method and MRI were similar ($p=0.459$, $p=0.108$, respectively). However, the measurements of the length of the medial meniscus and the width of the lateral meniscus using MRI were significantly higher than those measured using the Pollard method ($p=0.000$ and $p=0.001$, respectively). The medial and lateral meniscal thicknesses were 6.26 ± 0.86 mm and 6.47 ± 0.84 mm, respectively, and there was no significant individual difference.

Conclusion: The measurements of the length of the medial meniscus and the width of the lateral meniscus, using the Pollard method and on MRI had significant differences. The Pollard method must be modified for meniscal sizing.

Key Words: Meniscus, Sizing, Pollard method, MRI

서 론

반월상 연골은 체중 부하, 충격 흡수, 관절 안정성 및 관절 영양 등의 중요한 기능을 수행하는 것으로 알려져 있다. 반월상 연골 절제술 후, 관절의 퇴행성 변화가 진행되는 것은 이미 알려진 사실이며^{3,5,6,8,19,24}, 절제술 후 발생하는 통증 감소와 반월상 연골의 기능을 보존하기 위하여 반월상 연골 이식술이 시행되고 있다. 반월상 연골 이식술 시 공여되는 동종 반월상 연골 크기와 수여자 반월상 연골 크기의 일치 여부는 이식 후 반월상 연골의 기능 및 이식 결과에 큰 영향을 끼친다^{10,11,15,16}. 동종 반월상 연골 이식을 위한 반월상 연골의 크기를 측정하는 다양한 방법들이 있으나, 측정 방법마다 정확도의 오차

가 있으며, 좌우측의 비교에서도 차이가 있다고 알려져 있다^{7,9,13,17,21}. 단순 방사선 사진을 이용한 Pollard¹⁴ 방법은 반월상 연골 크기 측정시 가장 많이 사용되는 방법이지만^{11,12} 이 방법의 정확도에 대한 보고는 드물며, 특히 한국인에서의 측정 오차에 대한 연구는 거의 없는 실정이다. 저자들은 Pollard¹⁴ 방법의 정확도를 평가하기 위하여 자기 공명 영상의 측정치와 비교하여 내외측 반월상 연골의 폭과 길이 측정치 사이의 정확도를 비교하였으며, 추가로 반월상 연골의 크기 중 한 항목이나 이식 시 고려의 대상이 되지 않았던 반월상 연골의 두께도 MRI를 이용하여 측정하여 이식 시 고려 대상에 포함시켜야 하는지에 대하여 알아보았다. 또한 연령, 체중, 신장에 따

통신저자 : 송 우 석
서울시 강남구 언주로 612
영동세브란스병원 정형외과
TEL: 02-2019-3415 • FAX: 02-573-5393
E-mail: SWOOSUK@yuhs.ac

Address reprint requests to
Woo Suk Song, M.D.
Department of Orthopaedic Surgery, Yongdong Severance Hospital,
612, Eonju-ro, Gangnam-gu, Seoul 135-720, Korea
Tel: +82-2-2019-3415, Fax: +82-2-573-5393
E-mail: SWOOSUK@yuhs.ac

른 반월상 연골 크기의 차이가 있는지에 대하여도 조사하였다.

대상 및 방법

2006년 5월부터 2007년 5월까지 본원에서 관절경 수술을 시행 받은 환자 중, 나이가 만 20-45세 사이로, 관절경으로 특별한 이상이 없음이 확인된 환자의 내측 및 외측 반월상 연골 각각 50예를 대상으로 하였으며, 외국인 환자는 제외하였다.

내측 반월상 연골은 남자가 27예, 여자가 23예였으며, 우측 22예, 좌측 28예였다. 나이는 21-42세(평균 29.2세), 신장은 155-179 cm (평균 167.7 cm), 체중은 49-83 kg (평균 63.30 kg)이었다. 외측 반월상 연골은 남자가 28예, 여자가 22예였으며, 우측 26예, 좌측 24예였다. 나이는 20-45세(평균 35.9세), 신장은 150-184 cm (평균 169.4 cm), 체중은 53-88 kg (평균 69.83 kg)이었다.

반월상 연골의 정확한 크기를 측정하기 위해서는 반월상 연골의 실측이 정확하나 현실적으로 그 측정이 쉽지 않아, 자기 공명 영상에 의한 크기 측정이 일반적으로 가장 정확하다고 보고 자기 공명 영상에서의 반월상 연골 크기를 측정하여 이를 실제적인 반월상 연골 크기의 근사치로 정하였다.

단순 방사선 전후면 사진 및 측면 사진상에서 Pollard¹⁴⁾ 방법으로 반월상 연골의 폭과 길이를 측정 하였다. 내측 반월상 연골의 폭은 단순 방사선 전후면 사진에서 내측 경골 과간 융기부 첨부에서 그은 관절선과의 수직선과 경골 골간단의 내측 면에 접하는 수직선 사이의 거리를 측정하여 사용하였고, 내측 반월상 연골의 길이는 단순 측면 방사선 사진에서 경골 고평부 시상면 길이(경골 조면 위에서 경골 전면을 따라 그은 직선과 이에 평행하면서 경골 고평부 후면에 접하는 선과 관절선이 만나는 거리)를 측정하여 이의 80%를 사용하였다. 외측 반월상 연골의 폭은 단순 전후면 방사선 사진에서 외측 경골 과간 융기부의 첨부에서 그은 관절선과의 수직선과 경골 골간단의 외측면에 접하는 수직선 사이의 거리를 측정하여 사용하였고 외측 반월상 연골의 길이는 단순 측면 방사선 사진에서 경골 고평부 시상면 길이의 70%를 사용하였다(Fig. 1). 측정된 각각의 수치는 방사선 사진 촬영시 방사선 투과 지를 이용하여 증폭치를 감안하여 교정을 실시하

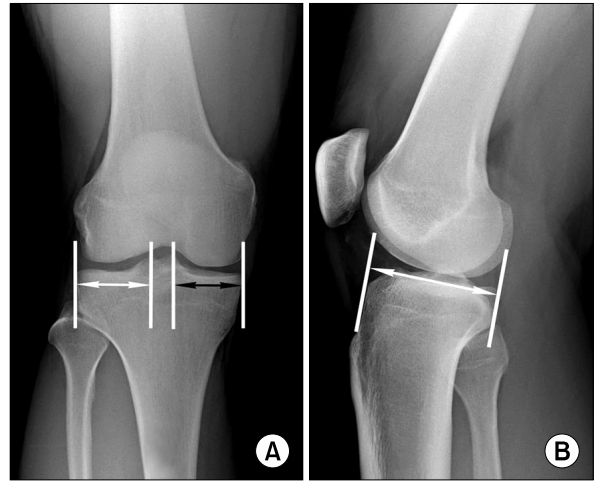


Fig. 1. The Pollard method. (A) An anteroposterior radiograph of the knee. The medial meniscal width is measured from the peak of the medial tibial eminence to the medial tibial metaphyseal margin(black arrow) and the lateral meniscal width is measured from the peak of the lateral tibial eminence to the periphery of the lateral tibial metaphysis(white arrow). (B) A lateral radiograph of the knee. The medial meniscal length is 80% of the sagittal tibial plateau distance (white arrow) measured at the joint line between a line parallel to the anterior tibia above the tuberosity and one tangent to the posterior plateau margin perpendicular to the joint line. The lateral meniscal length is 70% of the sagittal tibial plateau distance.

였다. 또, 각각의 측정값의 정확도를 기하기 위해 저자들 각각의 측정값을 평균하여 측정값을 결정하였다.

자기 공명 영상의 크기 측정은 관상면 영상에서 반월상 연골의 폭을 측정하고 시상면 영상에서 반월상 연골의 길이를 측정하여 가장 큰 값을 사용하였다(Fig. 2). 자기 공명 영상은 GE Healthcare사의 Signa 3.0T with EXCITE 기기를 사용하여 관상면은 4.0 mm 단위로, 시상면은 3.0 mm 단위로 촬영을 하였다. 시상면 영상에서 연골판 두께도 측정하여 개인에 따른 차이 정도를 검토하였고 체중, 신장, 나이 및 성별에 따른 연골판 크기의 차이도 검사하였다.

자기공명 영상 측정치와 Pollard¹⁴⁾ 방법의 정확도를 보기 위해서 Paired t-test를 시행하였으며, 유의 수준 0.05 미만일 경우 통계학적으로 유의가 있는 것으로 판정하였다. 자기 공명 영상 측정치와 환자의 연령, 신장, 체중 사이의 연관성을 보기 위해서 상관 분석(Correlation analysis)을 실시하였고 유의 수준 0.05 미만일 경우 통계학적으로 의미가 있는 것으로 판정하였다.

측정치 사이의 차이를 보일 경우, Pollard¹⁴⁾ 방법에 의

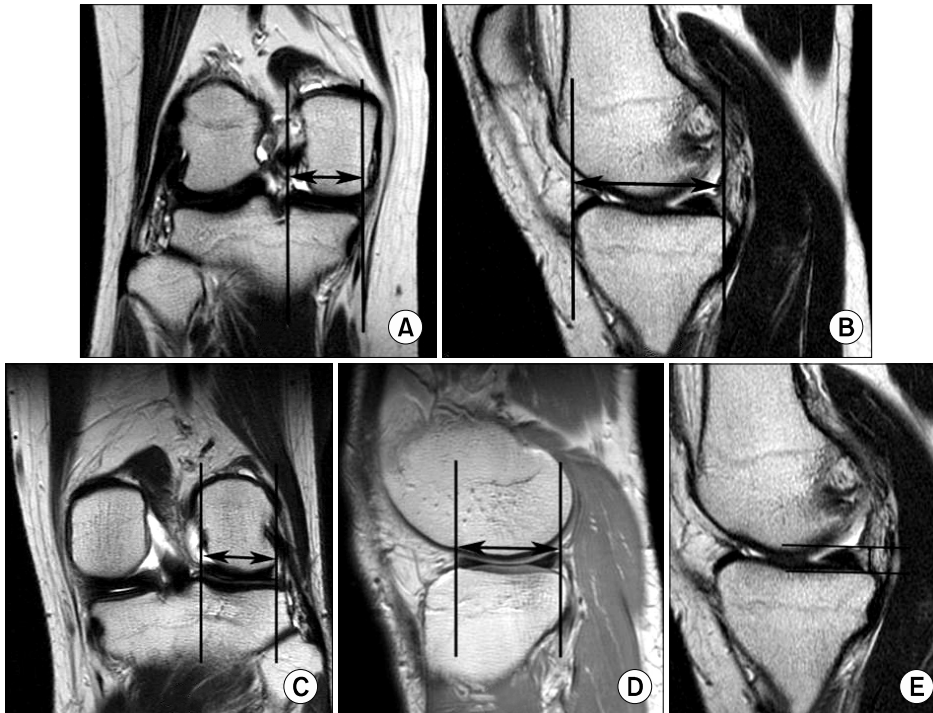


Fig. 2. MRI meniscal dimensions. (A) The medial meniscal width is measured from the widest medial meniscal width of the MRI coronal view. (B) The medial meniscal length is measured from the longest medial meniscal length of the MRI sagittal view. (C) The lateral meniscal width is measured from the widest lateral meniscal width of the MRI coronal view. (D) The lateral meniscal length is measured from the longest lateral meniscal length of the MRI sagittal view. (E) The meniscal height is measured from the highest height of the MRI sagittal view.

한 측정치의 교정과 측정방법상의 수정을 통하여 MRI 측정치와 유사한 값을 얻을 수 있는 방법을 분석해 보았다.

결 과

자기 공명 영상과 Pollard¹⁴⁾ 방법을 이용하여 반월상 연골의 길이와 폭을 측정한 결과, 내측 반월상 연골의 평균 폭은 자기 공명 영상에서 28.99 ± 3.64 mm, Pollard¹⁴⁾ 방법에서 29.35 ± 1.85 mm, 길이는 각각 44.84 ± 3.52 mm, 39.69 ± 3.12 mm였고, 외측 반월상 연골의 폭은 30.66 ± 3.63 mm, 32.80 ± 3.54 mm 길이는 35.73 ± 3.27 mm, 34.78 ± 3.84 mm였다. 내측 반월상 연골의 폭과 외측 반월상 연골의 길이의 차이는 없었으나($p=0.459$, $p=0.108$), 내측 반월상 연골 길이의 차이는 5.16 ± 2.06 mm였고, 외측 반월상 연골의 폭도 2.15 ± 3.75 mm까지 차이를 보였으며, 두 방법에 의한 측정치의 차이는 통계적인 의의가 있었다($p=0.000$, $p=0.001$)(Table 1).

내측 반월상 연골의 길이는 자기 공명 영상 측정치보다 Pollard¹⁴⁾ 방법의 측정치가 약 5 mm 작게 측정되어 Pollard¹⁴⁾ 방법에 의한 측정치를 자기 공명 영상 측정치와 일치 시키기 위하여 경골 고평부 시상면 길이와 자기

Table 1. Differences between the Pollard Method Dimensions and the MRI Dimensions

	Actual difference (mm)	Proportional difference (%)
Medial meniscal width	0.36 ± 2.64	2.19 ± 9.08
Medial meniscal length	-5.16 ± 2.06	-11.41 ± 4.15
Lateral meniscal width	2.15 ± 3.75	7.85 ± 13.09
Lateral meniscal length	-0.94 ± 3.11	-2.43 ± 8.86

공명 영상 측정값을 선형 회귀 분석을 이용하여, [내측 반월상 연골 길이(자기 공명 영상 측정값) $=0.734 \times$ 경골 고평부 시상면 길이 $+8.14$]라는 식을 얻었다(Fig. 3). 이 식을 이용할 경우 65.2%에서 자기 공명 영상 측정값과 일치시킬 수 있었으며, 통계학적으로 차이가 없는 값을 얻을 수 있었다.

외측 반월상 연골의 폭은 자기 공명 영상 측정치 보다 Pollard¹⁴⁾ 방법에서 2 mm 크게 측정 되었다. Pollard¹⁴⁾ 방법에서는 경골 골간단 선이 측정 기준이 되었으나, 개인에 따라서는 경골 골간단 외측면이 튀어 나오는 형태의 경골 모양으로 인하여 오차가 증가되는 경우가 관찰되었으며(Fig. 4) 골극으로 인한 오차를 줄이기 위하여 골간단 선을 기준선으로 측정하기 보다는 골극을 제외한 골단

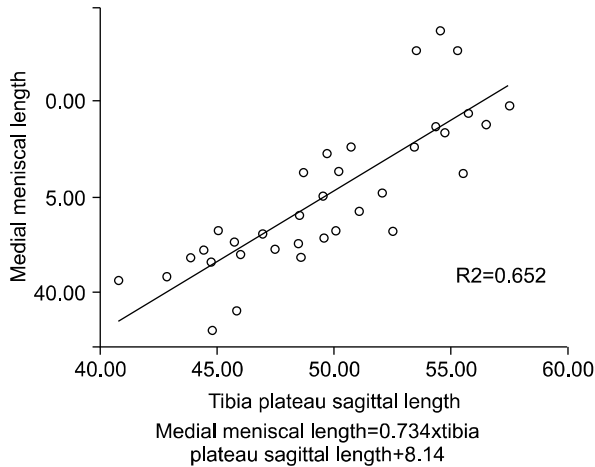


Fig. 3. The graph of simple linear regression analysis between the tibia plateau sagittal length and the medial meniscal length.

Table 2. Correlation Analysis of the Medial Meniscus Dimensions

		Height	Weight	Age
MRI width	CC*	.782 [†]	.819 [†]	-.097
	OR [†]	.000	.000	.609
MRI length	CC	.707 [†]	.813 [†]	.004
	OR	.000	.000	.981
MRI height	CC	.208	.343	.022
	OR	.207	.064	.906

*correlation coefficient; [†]odds ratio; [‡]correlation was considered significant at the 0.01 level.

선을 기준으로 측정할 경우, 외측 반월상 연골의 폭은 30.76 ± 3.26 mm로 측정되어, 자기 공명 영상 측정값과 차이가 0.10 ± 3.37 mm로 통계학적으로 차이가 없었으며($p=0.867$), 따라서 외측 반월상 연골의 폭 측정 시 Pollard¹⁴⁾ 방법을 사용하되 기준을 경골 골간단 선에서 골단 선으로 대체할 경우 자기 공명 영상 측정치와 더욱 일치하는 측정값을 얻을 수 있었다.

자기 공명 영상에서 반월상 연골의 두께를 측정 하였으며, 내측 반월상 연골과 외측 반월상 연골이 각각 6.26 ± 0.86 mm와 6.47 ± 0.84 mm로 각 개인별 차이는 크지 않은 것으로 나타났다.

대상 환자의 키, 몸무게, 나이와 반월상 연골 측정치와의 상관분석을 통하여 통계학적 연관성을 분석해 보았으며, 환자의 키는 반월상 연골의 폭과 길이에 대해서 통계학적으로 의미있게 상관 관계가 있었으며($p<0.01$), 반월상 연골의 두께와는 상관관계가 없는 것으로 나타났다.



Fig. 4. An anteroposterior radiograph of the knee. The periphery of the lateral tibial metaphysis is round shaped, so there is a significant difference between the lateral epiphyseal margin and the lateral metaphyseal margin.

Table 3. Correlation Analysis of the Lateral Meniscus Dimensions

		Height	Weight	Age
MRI width	CC*	.717 [†]	.344	-.483 [‡]
	OR [†]	.000	.063	.007
MRI length	CC	.714 [†]	.506 [‡]	.012
	OR	.000	.004	.949
MRI height	CC	.296	.399 [§]	.083
	OR	.113	.029	.662

*correlation coefficient; [†]odds ratio; [‡]correlation was considered significant at the 0.01 level. [§]correlation was considered significant at the 0.05 level.

환자의 몸무게는 내측 반월상 연골의 폭과 길이, 외측 반월상 연골의 길이에 대해서 상관 관계가 있는 것으로 나타났다($p<0.01$). 나이는 반월상 연골의 폭과 길이, 두께에 대해서 상관 관계가 없는 것으로 분석되었다(Table 2, Table 3).

고 찰

동종 반월상 연골 이식 시, 적절한 이식을 위한 가장 기본적인 인자는 정확한 크기의 연골판 선택이다^{10,11,15,16)}. 이미 손상되어 소실된 연골판의 크기를 측정하기 위하여 다양한 방법이 시도되었으며, 이 중 Pollard¹⁴⁾ 방법이 가장 많이 이용되고 있다. 그러나 이에 대한 정확도를 평가

한 연구는 드물고 특히, 한국인에서의 반월상 연골 크기 측정 연구는 거의 없다.

공여되는 반월상 연골의 크기를 결정하기 위하여 수여자의 반월상 연골 크기를 측정하는 방법은 사체 반월상 연골을 기준으로 다른 측정법과 비교하여 간접적인 측정 방법 중 정확한 방법을 알아내려고 시도 되었다^{1,4,13,14,17,18}. 사체 슬관절 검체를 이용한 반월상 연골의 크기 측정 및 이에 대한 간접 영상 촬영에 어려움이 있었으며, 동결 건조 사체에서의 크기 측정시에도 반월상 연골 수축 등의 문제등으로 사체를 이용한 측정에서도 실측치와 차이가 있을 수 있다고 사료되었다. 반대쪽 건측 반월상 연골의 자기공명 영상을 이용하여 반월상 연골 동종 이식의 크기 측정에 이용하는 경우도 있었으나^{20,22,23} Shaffer 등¹⁷은 좌우의 반월상 연골의 치수가 2.4 mm 차이가 있었고, 반월상 연골의 길이는 9.2 mm까지 차이가 있음을 보고 하였고, McDermott 등¹³도 좌우의 수치가 6.5 mm까지 차이가 있을 수 있다고 하였으며, 동일인의 좌우 슬관절의 해부학적 다양성에 대한 보고^{7,9,21}도 있어 건측을 실제적인 반월상 연골 크기의 기준으로 선정하기에 어려움이 있으며, 이 경우에도 반월상 연골의 실측치가 아닌 MRI 검사상의 간접적인 측정치에 해당된다. 기존의 연구에서 자기 공명 영상 측정치의 정확도가 떨어진다는 보고도 있었으나^{17,18}, Haut 등⁴은 10구의 사체 슬관절 검체를 대상으로 반월상 연골의 수치를 계산하고 이를 방사선 사진, 자기 공명 영상을 통한 수치와 비교하여 자기공명 영상이 더 정확함을 보고하였고, Shaffer 등¹⁷과 Stone 등¹⁸은 1.5T 자기 공명 영상 기기를 사용하여 측상면 상에서 반월상 연골의 폭과 길이를 측정하였으나, 측상면 상에서는 반월상 연골의 크기를 정확히 촬영하기가 어렵고 크기가 작게 측정되는 문제가 있었다. 본 연구에서는 반월상 연골의 실측치를 자기 공명 영상을 이용한 측정치로 대체하여 연구를 진행하였으며, 3.0T 자기 공명 영상의 관상면에서 폭을 측정하고 시상면에서 길이를 측정하여 기존의 논문에서 사용하였던 방법인 측상면 촬영에서 발생할 수 있는 오차를 줄이기 위하여 노력하였다.

Pollard¹⁴ 방법은 건측 반월상 연골 측정치를 이용하여 이식할 반월상 연골의 크기를 정하는 것이 부적절하며, 환측의 반월상 연골은 파열로 인하여 부분 또는 완전 절제술을 시행 받은 상태에서 자기공명 영상으로 크기를

측정하는 것도 불가능 한 상태에서 임상적으로 간편하고 유용하게 사용할 수 있는 방법으로 해부학적 표지자를 이용하여 반월상 연골의 크기를 측정하는 방법이다. Pollard 등¹⁴은 이 측정 방법의 표준 편차는 7.4–8.4%이었으며 이를 길이로 바꾸면 내측 반월상 연골은 폭은 ± 2.8 mm, 길이는 ± 3.8 mm, 외측 반월상 연골은 폭은 ± 2.9 mm, 길이는 ± 3.2 mm의 오차가 예상된다고 했다. 이런 오차를 줄이기 위한 시도로 McDermott 등¹³은 경골 고평부 검체를 이용하여 반월상 연골 수치와 경골 고평부 수치를 직접 측정한 후 단순 방사선 사진과의 관계를 비교하여 반월상 연골의 폭과 길이를 예측 하였으며 평균 오차 $5.0 \pm 6.4\%$ 의 정확도를 보임을 보고 하였다. 본 연구에서는 한국인을 대상으로 Pollard¹⁴ 방법을 사용하여 자기 공명 영상의 반월상 연골의 폭과 길이에 대한 크기의 비율(proportional ratio)을 비교하였으며, 내측 반월상 연골의 폭과 외측 반월상 연골의 길이는 통계학적으로 차이가 없는 것으로 분석되어($p=0.459$, $p=0.108$) 그대로 사용 가능하지만, 오차가 크게 나타난 외측 반월상 연골의 폭은 측정 기준을 경골 골간단선에서 골단선으로 수정할 경우 크기의 비율은 $1.03 \pm 10.97\%$ 로, 실제 길이의 차이는 0.10 ± 3.37 mm로 오차를 줄일 수 있었으며 내측 반월상 연골의 길이는 선형 회계 분석을 통하여 [내측 반월상 연골 길이 = $0.734 \times$ 경골 고평부 시상면 길이 + 8.14]라는 식을 얻어 오차를 줄일 수 있었다.

동종 반월상 연골 이식 시 허용 가능한 크기 오차 범위는 아직 정해진 바는 없으나 Wilcox 등²³은 7% 이내에서, Dienst 등²은 10% 이내의 크기 오차를 허용 범위로 보고 하였다. 본 연구에서 Pollard¹⁴ 방법으로 측정하였을 때 내측 반월상 연골의 길이가 11%까지 차이가 발생하여 수정 없이 그대로 사용시 문제가 있을 것으로 판단되었다.

반월상 연골의 두께는 그 동안 반월상 연골의 이식 시 크기 측정에서 중요한 인자로 알려지지 않았으며, 본 연구의 경우에도 내측 반월상 연골과 외측 반월상 연골이 각각 6.26 ± 0.86 mm와 6.47 ± 0.86 mm로 측정되어 개인별 차이는 거의 없었다. 한국인에서 신장, 체중 및 나이를 반월상 연골의 폭과 길이 및 두께에 대해서 상관 분석을 통하여 연관성을 살펴본 결과, 환자의 신장과 체중은 반월상 연골의 폭과 길이에 대해서 통계학적으로 의미

있게 상관 관계가 있는 것으로 나타났다($p < 0.01$).

본 연구는 반월상 연골의 실측치를 사용하지 못하여 자기 공명 영상 측정치를 기준으로 Pollard¹⁴⁾ 방법의 정확도를 분석하려고 시도하였다는 점에서 한계가 있으며 실측치를 이용한 추가 연구가 필요할 것으로 생각된다.

결론

단순 방사선 촬영을 이용한 Pollard¹⁴⁾ 방법은 동종 반월상 연골 이식을 위해 수여자의 반월상 연골 크기를 측정하는데 간편하고 유용한 방법으로 널리 이용되고 있으나, 자기 공명 영상으로 측정한 값과 비교할 경우 내측 반월상 연골의 폭과 외측 반월상 연골의 길이의 측정치 사이에는 차이가 없어, 이에 대한 크기 측정시 유용한 방법으로 사료되었으나, 내측 반월상 연골의 길이와 외측 반월상 연골의 폭의 측정에서는 차이가 있어 이에 대한 측정치의 수정이나 측정방법의 교정이 필요할 것으로 사료되었다. 반월상 연골의 두께는 동종 반월상 연골 이식시 연골 크기 측정 기준에서 제외해도 될 것으로 사료되었다. 그러나 본 연구는 자기 공명 영상 측정치를 기준으로 Pollard¹⁴⁾ 방법의 정확도를 분석하여, 반월상 연골의 실측치를 사용하지 못한 한계가 있으며, 반월상 연골의 수에도 제한이 있어 더욱 많은 연골판을 이용한 측정치의 분석이 필요할 것으로 사료되었다.

참고문헌

1. Carpenter JE, Wojtys EM, Huston LJ, Crabbe JP, Aisen AM: Preoperative sizing of meniscal allografts. *Arthroscopy*, 9: 344, 1993.
2. Dienst M, Greis PE, Ellis BJ, Bachus KN, Burks RT: Effect of lateral meniscal allograft sizing on contact mechanics of the lateral tibial plateau: an experimental study in human cadaveric knee joints. *Am J Sports Med*, 35: 34-42, 2007.
3. Fairbank TJ: Knee joint changes after meniscectomy. *J Bone Joint Surg Br*, 30: 664-670, 1948.
4. Haut TL, Hull ML, Howell SM: Use of roentgenography and magnetic resonance imaging to predict meniscal geometry determined with a three-dimensional coordinate digitizing system. *J Orthop Res*, 18: 228-237, 2000.
5. Higuchi H, Kimura M, Shirakura K, Terauchi M, Takagishi K: Factors affecting long-term results after arthroscopic partial meniscectomy. *Clin Orthop Relat Res*, 377: 161-168, 2000.
6. Hoser C, Fink C, Brown C, Reichkender M, Hackl W, Bartlett J: Long-term results of arthroscopic partial lateral meniscectomy in knees without associated damage. *J Bone Joint Surg Br*, 83: 513-516, 2001.
7. Johnson DL, Swenson TM, Livesay GA, Aizawa H, Fu FH, Harner CD: Insertion-site anatomy of the human menisci: gross, arthroscopic, and topographical anatomy as a basis for meniscal transplantation. *Arthroscopy*, 11: 386-394, 1995.
8. Johnson RJ, Kettelkamp DB, Clark W, Leaverton P: Factors effecting late results after meniscectomy. *J Bone Joint Surg Am*, 56: 719-729, 1974.
9. Kohn D, Moreno B: Meniscus insertion anatomy as a basis for meniscus replacement: a morphological cadaveric study. *Arthroscopy*, 11: 96-103, 1995.
10. Lazović D, Wirth CJ, Knösel T, Gossé F, Maschek HG: Meniscus replacement using incongruent transplants—an experimental study. *Z Orthop Ihre Grenzgeb*, 135: 131-137, 1997.
11. Lubowitz JH, Verdonk PC, Reid JB 3rd, Verdonk R: Meniscus allograft transplantation: a current concepts review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 15: 476-492, 2007.
12. Matava MJ: Meniscal allograft transplantation: a systematic review. *Clin Orthop Relat Res*, 455: 142-157, 2007.
13. McDermott ID, Sharifi F, Bull AM, Gupta CM, Thomas RW, Amis AA: An anatomical study of meniscal allograft sizing. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 12: 130-135, 2004.
14. Pollard ME, Kang Q, Berg EE: Radiographic sizing for meniscal transplantation. *Arthroscopy*, 11: 684-687, 1995.
15. Rodeo SA: Meniscal allografts—where do we stand? *Am J Sports Med*, 29: 246-261, 2001.
16. Sekaran SV, Hull ML, Howell SM: Nonanatomic location of the posterior horn of a medial meniscal autograft implanted in a cadaveric knee adversely affects the pressure distribution on the tibial plateau. *Am J Sports Med*, 30: 74-82, 2002.
17. Shaffer B, Kennedy S, Klimkiewicz J, Yao L: Preoperative sizing of meniscal allografts in meniscus transplantation. *Am*

- J Sports Med*, 28: 524-533, 2000.
18. Stone KR, Stoller DW, Irving SG, Elmquist C, Gildengorin G: 3D MRI volume sizing of knee meniscus cartilage. *Arthroscopy*, 10: 641-644, 1994.
 19. Tapper EM, Hoover NW: Late results after meniscectomy. *J Bone Joint Surg Am*, 51: 517-526, 1969.
 20. Veltri DM, Warren RF, Wickiewicz TL, O'Brien SJ: Current status of allograft meniscal transplantation. *Clin Orthop Relat Res*, 44-55, 1994.
 21. Verstraete KL, Verdonk R, Lootens T, Verstraete P, De Rooy J, Kunnen M: Current status and imaging of allograft meniscal transplantation. *Eur J Radiol*, 26: 16-22, 1997.
 22. Wilcox TR, Goble EM: Indications for meniscal allograft reconstruction. *Am J Knee Surg*, 9: 35-36, 1996.
 23. Wilcox TR, Goble EM, Doucette SA: Goble technique of meniscus transplantation. *Am J Knee Surg*, 9: 37-42, 1996.
 24. Yocum LA, Kerlan RK, Jobe FW, et al: Isolated lateral meniscectomy. A study of twenty-six patients with isolated tears. *J Bone Joint Surg Am*, 61: 338-342, 1979.

= 국문초록 =

목 적: 자기 공명 영상의 반월상 연골 측정치와 비교를 통하여, 반월상 연골의 크기 측정 시 흔히 사용되는 Pollard 방법의 정확도를 알아보고자 하였다.

대상 및 방법: 내외측 반월상 연골 각각 50예를 대상으로, 단순 방사선 전후면 사진 및측면 사진상에서 Pollard 방법으로 반월상 연골의 폭과 길이를 측정하였고, 자기 공명 영상의 관상면 영상에서 반월상 연골의 폭을, 시상면 영상에서 길이를 측정하여 비교하였다. 반월상 연골의 두께도 측정하여 개인차의 정도를 알아보았다.

결 과: Pollard 방법에 의한 측정치는 자기 공명 영상 측정치와 비교하여 내측 반월상 연골의 폭($p=0.459$)과 외측 반월상 연골의 길이($p=0.108$)의 차이는 없었으나, 내측 반월상 연골의 길이는 5.16 ± 2.06 mm 차이를 보였고($p=0.000$), 외측 반월상 연골의 폭은 2.15 ± 3.75 mm 차이를 보였다($p=0.001$). 내측 및 외측 반월상 연골의 두께는 6.26 ± 0.86 mm와 6.47 ± 0.84 mm로 개인별 차이는 거의 없었다.

결 론: Pollard 방법에 의한 내측 반월상 연골의 길이 및 외측 반월상 연골의 크기 측정은 MRI 상에서의 측정치와 차이를 보였으며, 정확한 크기의 연골관 이식을 위하여 Pollard 방법에 의한 측정치의 수정이 필요할 것으로 사료되었다.

색인 단어: 반월상 연골, 크기 측정, Pollard 방법, 자기 공명 영상